

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

114 ANSWER 1 OF 2 CA COPYRIGHT 1999 ACS  
ACCESSION NUMBER: 130:170724 CA  
TITLE: Lithium compounds as anode materials for secondary  
nonaqueous electrolyte batteries  
INVENTOR(S): Nitta, Yoshiaki; Shimamura, Harushige; Okamura,  
Kazuhiro  
PATENT ASSIGNEE(S): Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., Japan  
SOURCE: Jpn. Kokai Tokkyo Koho, 6 pp.  
CODEN: JKXXAF  
DOCUMENT TYPE: Patent  
LANGUAGE: Japanese  
FAMILY ACC. NUM. COUNT: 1  
PATENT INFORMATION:

	PATENT NO.	KIND	DATE	APPLICATION NO.	DATE
	-----	---	-----	-----	-----
	JP 11040155	A2	19990212	JP 1997-196705	19970723
AB	The title anode materials comprise Li-contg. AB2C-type compds. which belong to a cubic system (space group Fm3m) and have Heusler alloy (Cu2AlMn)-type structures, consisting of Li in the 4b site, .gtoreq.1 3d transition metal in the 8c site, and .gtoreq.1 group IVa element in the				
4a	site. Alternatively, the anode materials contain .gtoreq.1 3d transition metal or alk. earth metal. Deposition of Li on the anodes is prevented and secondary nonaq. electrolyte batteries using the anodes have long cycle life.				

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-40155

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月12日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 M 4/58

H 0 1 M 4/58

C 0 1 B 33/06

C 0 1 B 33/06

H 0 1 M 4/02

H 0 1 M 4/02

D

4/40

4/40

10/40

10/40

Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-196705

(22) 出願日

平成9年(1997) 7月23日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 新田 芳明

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 島村 治成

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 岡村 一広

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54) 【発明の名称】 非水電解質二次電池用負極材料

(57) 【要約】

【課題】 電池の充電時に負極上にリチウムの析出を抑え、サイクル特性に優れ、さらには高容量を有する電池を提供することができる非水電解質電池用負極材料。

【解決手段】 非水電解質二次電池用の負極材料として、空間群がFm-3mに属し、リチウムが4bサイトもしくは8cサイトに組成式量の量論組成に相当する原子モル比で収容される組成式(AB<sub>2</sub>C型)の立方晶系である化合物を用いたものである。

1---電池ケース

2---封口板

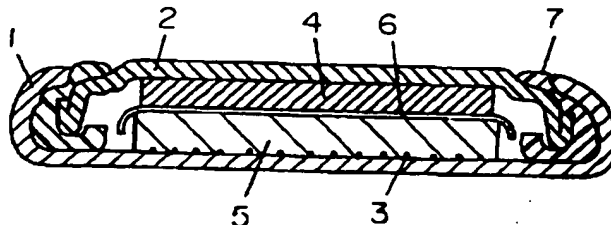
3---集電体

4---金属リチウム

5---負極

6---セパレータ

7---ガスケット



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】非水電解質と、正極と、リチウムを吸蔵、放出することができる負極から構成される非水電解質二次電池において、空間群が $Fm-3m$ に属し、リチウムが4bサイトに組成式量の量論組成に相当する原子モル比で収容される組成式( $AB_2C$ 型)の立方晶系化合物であって、上記組成式がホイスラー合金( $Cu_2AlMn$ 型)と同型の構造を持ち、式量中1原子モル比に相当し、かつ4bサイトを占有するリチウムと、2原子モル比に相当し、かつ8cサイトを占有する少なくとも1種以上の3d遷移金属元素と、1原子モル比に相当し、かつ4aサイトを占有する少なくとも1種以上のIVb族元素から構成されるリチウム含有化合物である非水電解質二次電池用負極材料。

【請求項2】非水電解質と、正極と、リチウムを吸蔵、放出することができる負極から構成される非水電解質二次電池において、空間群が $Fm-3m$ に属し、リチウムが4bサイトもしくは8cサイトに組成式量の量論組成に相当する原子モル比で収容される組成式( $AB_2C$ 型)の立方晶系化合物であって、式量中2原子モル比に相当し、かつ4bサイトと8cサイトの半分を占有するリチウムと、1原子モル比に相当し、かつ8cサイトの半分を占有する少なくとも1種以上の3d遷移金属元素もしくはアルカリ土類金属元素と、1原子モル比に相当し、かつ4aサイトを占有する少なくとも1種以上のIVb族元素から構成されるリチウム含有化合物である非水電解質二次電池用負極材料。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、非水電解質二次電池の、特に負極材料の改良に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】非水電解質二次電池は、小型、軽量で、かつ高エネルギー密度を有するため、機器のポータブル化、コードレス化が進む中で、その期待は高まっている。

【0003】従来、非水電解質二次電池用の正極活物質として $LiCoO_2$ 、 $LiNiO_2$ 、 $LiMn_2O_4$ などのリチウム含有金属酸化物が提案されている。一方、負極としては金属リチウム、リチウムを吸蔵・放出することのできる黒鉛材料などが提案され、実用化されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の金属リチウム負極では、充電時において極板表面に金属リチウムが針状結晶となって析出し、この針状結晶がセパレーターを突き破って、正極と接触して内部短絡を起こす問題があった。一方、負極に黒鉛材料を用いた場合には、充放電の理論容量として $372mAh/g$ ( $C_6Li$ 相当)が限界であり、実際は乱層構造が混入するなど結晶性等の点で問題があり、結晶性が比較的高い天然

黒鉛を用いた場合でも、実放電容量は $355mAh/g$ 前後が限界である。また黒鉛の真密度は $2.26g/cm^3$ であるが、実際、極板として有効な活物質密度はおよそ $1.3\sim 1.4g/cm^3$ 程度であり、この活物質密度で単純に体積あたりの放電容量を計算するとおよそ $461\sim 497mAh/cm^3$ 程度となり、これ以上の高容量化は困難であった。

【0005】本発明は、このような課題を解決するものであり、負極表面での金属リチウム析出がなく、かつサイクル特性に優れ、さらに体積あたりの放電容量が $500mAh/cm^3$ を超えることのできる非水電解質二次電池用負極材料を提供するものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】これらの問題を解決するために本発明では、非水電解質と、正極と、リチウムを吸蔵、放出することができる負極から構成される非水電解質二次電池において、空間群が $Fm-3m$ に属し、リチウムが4bサイトもしくは8cサイトに組成式量の量論組成に相当する原子モル比で収容される組成式( $AB_2C$ 型)の立方晶系化合物を負極材料に用いるものである。

【0007】好ましくは上記組成式( $AB_2C$ 型)がホイスラー合金( $Cu_2AlMn$ 型)と同型の構造を持つ立方晶系に属す化合物であって、式量中1原子モル比に相当しかつ4bサイトを占有するリチウムと、2原子モル比に相当し、かつ8cサイトを占有する少なくとも1種以上の3d遷移金属元素と、1原子モル比に相当しかつ4aサイトを占有する少なくとも1種以上のIVb族元素から構成されるリチウム含有化合物、あるいは上記組成式( $AB_2C$ 型)が立方晶系に属す化合物であって、式量中2原子モル比に相当しかつ4bサイトと8cサイトの半分を占有するリチウムと、1原子モル比に相当しかつ8cサイトの半分を占有する少なくとも1種以上の3d遷移金属元素もしくはアルカリ土類金属元素と、1原子モル比に相当しかつ4aサイトを占有する少なくとも1種以上のIVb族元素から構成されるリチウム含有化合物を負極材料に用いることにしたものである。

## 【0008】

【発明の実施の形態】本発明のリチウム含有化合物の構造は組成式( $AB_2C$ 型)であって、空間群が $Fm-3m$ の立方晶系である。リチウムが収容できこの構造を可能にする結晶形態の一つとしてホイスラー合金( $Cu_2AlMn$ )と同一構造を有する、たとえば $LiCu_2Si$ がある。

【0009】この化合物は上記組成式の式量中1原子モル比に相当しかつ4bサイト( $1/2, 1/2, 1/2$ )を占有するリチウムと、2原子モル比に相当しかつ8cサイト( $1/4, 1/4, 1/4$ )を占有する少なくとも1種以上の3d遷移金属元素、たとえばこの場合Cuと、1原子モル比に相当しかつ4aサイト( $0, 0, 0$ )を占有する少なくとも1

3

4

種以上のIVb族元素、たとえばこの場合Siから構成されるものである。

【0010】このホイスラー合金( $\text{Cu}_2\text{AlMn}$ )と同一構造を有するリチウム含有化合物は、電気化学的に式量のうち1原子モル比に相当する4bサイト(1/2, 1/2, 1/2)の1個のリチウムが理論的に脱挿入できるため、単位重量あたり110~165mAh/g程度の可逆容量が期待できる。また物質の密度が5.6~7.6g/ccであることから、単純に体積あたり800~900mAh/ccの可逆容量が見積もられる。

【0011】この素材には $\text{LiCu}_2\text{Si}$ の他に少なくとも $\text{LiCu}_2\text{Ge}$ 、 $\text{LiCo}_2\text{Ge}$ 、 $\text{LiNi}_2\text{Sn}$ などが考えられ、良好な特性が期待できる。

【0012】また、4aサイトについては1種以上の遷移金属が固溶した、たとえば $\text{Li}(\text{Co}_{1-x}\text{Ni}_x)_2\text{Ge}$ 、 $[0 < x < 1]$ や8cサイトについては1種以上のIVb族元素が固溶した、たとえば $\text{LiNi}_2(\text{Sn}_{1-x}\text{Ge}_x)$ 、 $[0 < x < 1]$ においても同様の効果が得られる。

【0013】次に組成式が( $\text{AB}_2\text{C}$ 型)であって、リチウムが収容できる別の結晶形態として、たとえば $\text{Li}_2\text{CuGe}$ がある。この化合物は上記組成式の式量中2原子モル比に相当しかつ4bサイト(1/2, 1/2, 1/2)と半分の8cサイト(1/4, 1/4, 1/4)を占有するリチウムと、1原子モル比に相当しかつ半分の8cサイト(1/4, 1/4, 1/4)を占有する少なくとも1種以上の3d遷移金属元素もしくはアルカリ土類金属元素、たとえばこの場合Cuと、1原子モル比に相当しかつ4aサイト(0, 0, 0)を占有する少なくとも1種以上のIVb族元素、たとえばこの場合Geから構成されるものである。

【0014】このリチウム含有化合物は、電気化学的に式量のうち2原子モル比に相当する4bサイト(1/2, 1/2, 1/2)と半分の8cサイト(1/4, 1/4, 1/4)を占有するリチウム2個が理論的に脱挿入できるため、体積あたりの最大可逆容量1500mAh/ccが望まれる。

【0015】この素材には $\text{Li}_2\text{CuGe}$ の他に少なくとも $\text{Li}_2\text{CuSn}$ 、 $\text{Li}_2\text{ZnGe}$ 、 $\text{Li}_2\text{CdGe}$ 、 $\text{Li}_2\text{MgSn}$ 、 $\text{Li}_2\text{MgPb}$ などが考えられ、良好な特性が期待できる。

【0016】また、4aサイトについては1種以上の遷移金属が固溶した、たとえば $\text{Li}_2(\text{Cu}_{1-x}\text{Zn}_x)\text{Ge}$ 、 $[0 < x < 1]$ や8cサイトについては1種以上のIVb族元素が固溶した、たとえば $\text{Li}_2\text{Cu}(\text{Sn}_{1-x}\text{Ge}_x)$ 、 $[0 < x < 1]$ においても同様の効果が得られる。

【0017】さらに一般的に金属単体においては、リチウムを電気化学的に脱挿入させる場合、格子体積の膨張収縮が大きくなり、これが活物質同士や活物質と極板間での隙間を大きくさせ、電子伝導性の低下を引き起こし大きな分極を招く。しかし、本発明の化合物ではリチウムが予め挿入されているので、もともとから脱挿入できるだけの空間が確保されており、そこにリチウムが脱挿

入されることで、活物質の膨張収縮が抑えられ、電子伝導性が低下せず分極が大きくなる。その結果、良好なサイクル特性が得られる。

【0018】本発明のいずれの素材においても、リチウムの脱挿入反応がリチウムの空きサイトを活用した反応形態であるので金属リチウムの析出は生じない。また、体積あたりの電気容量はいずれも500mAh/cm<sup>2</sup>以上となり黒鉛材料よりも高容量化が可能となる。

【0019】以上より、本発明の空間群が $\text{Dm}-3\text{m}$ に属し、リチウムが4bサイトもしくは8cサイトに組成式量の量論組成に相当する原子モル比で収容される組成式( $\text{AB}_2\text{C}$ 型)の立方晶系化合物は、上記課題に対して優れた特性を示す非水電解質二次電池を提供する負極材料である。

【0020】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照にしながら、さらに詳しく説明する。

【0021】(実施例1)図1に本発明のコイン形非水電解質二次電池の縦断面図を示す。図において1は耐有機電解質性のステンレス鋼板を加工した電池ケース、2は同材料の封口板、3は同材料の集電体で、ケース1の内面にスポット溶接されている。4は金属リチウムで、封口板2の内部に圧着されている。5は本発明の負極で、空間群が $\text{Dm}-3\text{m}$ に属し、ホイスラー合金と同一構造を有する組成式( $\text{AB}_2\text{C}$ 型)であって、リチウムがその4bサイトに量論組成に相当する原子モル比で収容することができる立方晶系化合物の一つである $\text{LiCu}_2\text{Si}$ を用い電極を作製した。電極作製に当たっては、上記試料85重量部に対し、結着剤としてポリフッ化ビニリデン10重量部と導電剤としてアセチレンブラック5重量部を混合して得られる合剤の所定量を集電体3の上に成形したものである。これらの集電体を80℃で減圧乾燥した後、電池組立てに用いた。6は微孔性のポリプロピレン製セパレーター、7はポリプロピレン製絶縁ガasketである。電解液はエチレンカーボネート、ジエチルカーボネートの等体積混合溶媒に溶質として六フッ化リン酸リチウムを1モル/リットルの濃度で溶解して用いた。これらを用いて、寸法が直径20mm、電池総高1.6mmである電池を構成し、充放電サイクル試験を行った。評価方法は電流密度0.5mA/cm<sup>2</sup>の定電流で0~3Vの範囲で充放電を行い、それを30サイクル繰り返した。なお、本充放電試験に供する前に試料極を3Vまで印加し、含有リチウムを引き抜いた後通常の充放電試験を行った。(表1)に初期充放電容量と30サイクル後の充放電容量を示した。

【0022】(実施例2)負極活物質に、空間群が $\text{Dm}-3\text{m}$ に属し、ホイスラー合金と同一構造を有する組成式( $\text{AB}_2\text{C}$ 型)であって、リチウムがその4bサイトに量論組成に相当する原子モル比で収容することができる立方晶系化合物の一つである $\text{LiCu}_2\text{Ge}$ をサン

5

ルとして用い、実施例1に準じて負極電極を作製し、それを用いてコイン形非水電解質二次電池を作製した。そして実施例1と同様の評価条件で充放電サイクル試験を行い充放電容量を計算した。その結果を(表1)に示した。

【0023】(実施例3)負極活物質に、空間群がFm-3mに属し、ホイスラー合金と同一構造を有する組成式(AB<sub>2</sub>C型)であって、リチウムがその4bサイトに量論組成に相当する原子モル比で収容することができる立方晶系化合物の一つであるLiCo<sub>2</sub>Geをサンプルとして用い、実施例1に準じて負極電極を作製し、それを用いてコイン形非水電解質二次電池を作製した。そして実施例1と同様の評価条件で充放電サイクル試験を行い充放電容量を計算した。その結果を(表1)に示した。

【0024】(実施例4)負極活物質に、空間群がFm-3mに属し、ホイスラー合金と同一構造を有する組成式(AB<sub>2</sub>C型)であって、リチウムがその4bサイトに量論組成に相当する原子モル比で収容することができる立方晶系化合物の一つであるLiNi<sub>2</sub>Snをサンプルとして用い、実施例1に準じて負極電極を作製し、それを用いてコイン形非水電解質二次電池を作製した。そして実施例1と同様の評価条件で充放電サイクル試験を行い充放電容量を計算した。その結果を(表1)に示した。

【0025】(実施例5)負極活物質に、空間群がFm-3mに属し組成式(AB<sub>2</sub>C型)を満足する化合物であって、リチウムがその4bサイトもしくは8cサイトに量論組成に相当する原子モル比で収容することができる立方晶系化合物の一つであるLi<sub>2</sub>CuGeをサンプルとして用い、実施例1に準じて負極電極を作製し、それを用いてコイン形非水電解質二次電池を作製した。そして実施例1と同様の評価条件で充放電サイクル試験を行い充放電容量を計算した。その結果を(表1)に示した。

【0026】(実施例6)負極活物質に、空間群がFm-3mに属し組成式(AB<sub>2</sub>C型)を満足する化合物であって、リチウムがその4bサイトもしくは8cサイトに量論組成に相当する原子モル比で収容することができる立方晶系化合物の一つであるLi<sub>2</sub>CuSnをサンプルとして用い、実施例1に準じて負極電極を作製し、それを用いてコイン形非水電解質二次電池を作製した。そして実施例1と同様の評価条件で充放電サイクル試験を行い充放電容量を計算した。その結果を(表1)に示した。

【0027】(実施例7)負極活物質に、空間群がFm-3mに属し組成式(AB<sub>2</sub>C型)を満足する化合物で

6

あって、リチウムがその4bサイトもしくは8cサイトに量論組成に相当する原子モル比で収容することができる立方晶系化合物の一つであるLi<sub>2</sub>ZnGeをサンプルとして用い、実施例1に準じて負極電極を作製し、それを用いてコイン形非水電解質二次電池を作製した。そして実施例1と同様の評価条件で充放電サイクル試験を行い充放電容量を計算した。その結果を(表1)に示した。

【0028】(実施例8)負極活物質に、空間群がFm-3mに属し組成式(AB<sub>2</sub>C型)を満足する化合物であって、リチウムがその4bサイトもしくは8cサイトに量論組成に相当する原子モル比で収容することができる立方晶系化合物の一つであるLi<sub>2</sub>CdGeをサンプルとして用い、実施例1に準じて負極電極を作製し、それを用いてコイン形非水電解質二次電池を作製した。そして実施例1と同様の評価条件で充放電サイクル試験を行い充放電容量を計算した。その結果を(表1)に示した。

【0029】(実施例9)負極活物質に、空間群がFm-3mに属し組成式(AB<sub>2</sub>C型)を満足する化合物であって、リチウムがその4bサイトもしくは8cサイトに量論組成に相当する原子モル比で収容することができる立方晶系化合物の一つであるLi<sub>2</sub>MgSnをサンプルとして用い、実施例1に準じて負極電極を作製し、それを用いてコイン形非水電解質二次電池を作製した。そして実施例1と同様の評価条件で充放電サイクル試験を行い充放電容量を計算した。その結果を(表1)に示した。

【0030】(実施例10)負極活物質に、空間群がFm-3mに属し組成式(AB<sub>2</sub>C型)を満足する化合物であって、リチウムがその4bサイトもしくは8cサイトに量論組成に相当する原子モル比で収容することができる立方晶系化合物の一つであるLi<sub>2</sub>MgPbをサンプルとして用い、実施例1に準じて負極電極を作製し、それを用いてコイン形非水電解質二次電池を作製した。そして実施例1と同様の評価条件で充放電サイクル試験を行い充放電容量を計算した。その結果を(表1)に示した。

【0031】(比較例1)負極活物質に、天然黒鉛をサンプルとして用い、実施例1に準じて負極電極を作製し、それを用いてコイン形非水電解質二次電池を作製した。そして実施例1と同様の評価条件で充放電サイクル試験を行い充放電容量を計算した。その結果を(表1)に示した。

【0032】

【表1】

7

8

	1 サイクル目		30 サイクル目	
	充電容量 /mAh $\cdot$ cm $^{-2}$	放電容量 /mAh $\cdot$ cm $^{-2}$	充電容量 /mAh $\cdot$ cm $^{-2}$	放電容量 /mAh $\cdot$ cm $^{-2}$
実施例 1	6 8 8	6 5 5	6 2 4	6 2 4
実施例 2	6 0 2	5 6 5	5 5 4	5 5 3
実施例 3	6 9 2	6 6 8	6 4 9	6 4 7
実施例 4	5 8 8	5 5 7	5 4 9	5 4 9
実施例 5	9 0 2	7 6 7	7 5 6	7 5 6
実施例 6	8 8 7	7 9 4	7 1 2	7 1 2
実施例 7	9 4 4	8 6 2	7 8 8	7 8 8
実施例 8	8 8 7	7 2 3	7 0 1	7 0 0
実施例 9	6 8 4	6 3 3	5 9 8	5 9 7
実施例 10	6 8 1	6 2 5	6 0 3	6 0 3
比較例 1	5 0 4	4 8 1	4 6 1	4 5 8

【0033】(表1)からわかるように、空間群がFm $\bar{3}$ mに属し、リチウムが4bサイトもしくは8cサイトに組成式量の量論組成に相当する原子モル比で收容される組成式(AB $_2$ C型)の立方晶系化合物の初期充放電容量は、天然黒鉛より大きな値が得られた。また30サイクル目の充放電容量も天然黒鉛より大きな値が得られた。

【0034】なお、先述した計算上の電気量よりも実容量が少なくなっているが、この原因の最も大きな要因は1サイクル目の脱リチウム化反応を行わせた際に十分なリチウムが放出されず材料中に若干量残存したことによると考えている。電位窓をさらに負な方向へシフトさせるとこの問題は解決すると考えているが、集電基材の腐食等の問題を勘案すると本実施例の条件で行った電位窓の枠が妥当であると考えている。

【0035】また30サイクル充電後のサンプルの電極表面を光学顕微鏡により観察した結果、リチウムの析出が観察されることはなかった。

【0036】さらに、本発明の負極材料を非水電解質二次電池に用いる場合、正極活物質にはリチウムを含有しない、Ti、Mn、V、Fe、Ni、Co、などの1種以上の遷移金属の複合酸化物や複合硫化物等を用いるこ

\*とができる。

30 【0037】また、予め負極活物質から脱リチウム化反応を起こさせた場合、正極活物質には、リチウムを含有するTi、Mo、W、Nb、V、Mn、Fe、Cr、Ni、Coなどの1種以上の遷移金属の複合酸化物や複合硫化物等を用いることができる。

【0038】また、特に予め負極活物質から脱リチウム化反応を起こさせた場合においては、高電圧、高エネルギー密度が期待でき、従来から報告のあるLiCoO $_2$ 、LiNiO $_2$ 、LiMn $_2$ O $_4$ などの正極活物質で構成される電池は好適である。

40 【0039】さらに、本発明の負極材料を非水電解質二次電池に用いる場合、非水電解質の溶媒としては、EC(エチレンカーボネート)、PC(プロピレンカーボネート)、DMC(ジメチルカーボネート)、EMC(エチルメチルカーボネート)、DEC(ジエチルカーボネート)等の鎖状エステル類、 $\gamma$ -ブチロラクトン等の $\gamma$ -ラクトン類、DME(1,2-ジメトキシエタン)、DEE(1,2-ジエトキシエタン)、EME(エトキシメトキシエタン)等の鎖状エーテル類、テトラヒドロフラン等の環状エーテル類、アセトニトリル等のニトリル類等から選ばれた溶媒もしくは2種類以上の混合溶媒

\* 50

を用いることができる。特にEC（エチレンカーボネート）を必須成分として含む混合溶媒を使用することが好適である。

【0040】そして溶質としては、 $\text{LiAsF}_6$ 、 $\text{LiPF}_6$ 、 $\text{LiAlCl}_4$ 、 $\text{LiClO}_4$ 、 $\text{LiCF}_3\text{SO}_3$ 、 $\text{LiSbF}_6$ 、 $\text{LiSCN}$ 、 $\text{LiCl}$ 、 $\text{LiC}_6\text{H}_5\text{SO}_3$ 、 $\text{Li}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$ 、 $\text{LiC}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3$ 、 $\text{C}_4\text{F}_9\text{SO}_3\text{Li}$ 等のリチウム塩及びこれらのこれらの混合物を用いることができる。

【0041】これら溶液系他に、PVDF、PEO、PAN系などの高分子材料を用いた固体状電解質あるいはゲル状電解質を含む固体-ゲル電解質を用いた電解質においても同様の効果が得られる。

【0042】また、電池の形状に関しては、本実施例ではコイン形を用いたが円筒形、角形、その他いかなる形状の電池でも使用できる。

【0043】

【発明の効果】本発明は、リチウムの吸蔵、放出のでき

る空間群がFm  $\bar{3}$ mに属し、リチウムが4bサイトもしくは8cサイトに組成式量の量論組成に相当する原子モル比で収容される組成式(AB<sub>2</sub>C型)の立方晶系化合物である化合物を負極材料として用いた非水電解質二次電池であるので、充電時に負極上にリチウムが針状結晶として析出することはなく、サイクル特性が優れ、さらに高容量を有するものである。

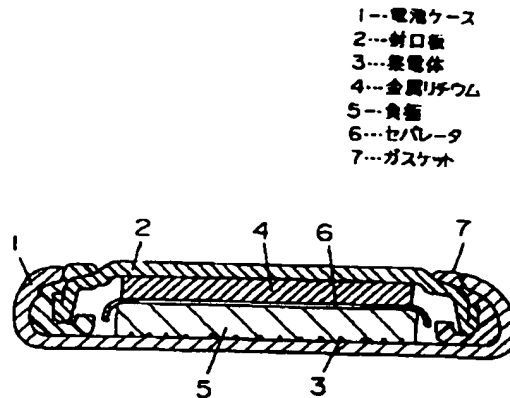
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のコイン形電池の縦断面図

【符号の説明】

- 1 電池ケース
- 2 封口板
- 3 集電体
- 4 金属リチウム
- 5 負極
- 6 セパレータ
- 7 ガスケット

【図1】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

// C 2 2 C 9/00  
19/00

C 2 2 C 9/00  
19/00

F